

Estimasi Jarak Tempuh *Order Picking System* - *Low Level to Part* di PT. GMS

Agung Chandra

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Mercu Buana
Jl. Raya Meruya Selatan no. 01, Kembangan, Jakarta Barat 11650
Email: agungchandra_07@yahoo.co.uk

Received 1 March 2015; Accepted 1 June 2015

Abstract.

Travel distance has an important role in order picking system, low-level picker-to-part, especially in warehousing productivity. Reducing travel distance means reducing travel time. Research was conducted at PT.GMS that uses random storage which means every item has an equal probability and every item is taken and used by production. Access frequency is assumed to be the same. Travel distance estimation is using probability calculation approach and combination with uniform distribution. Several methods are used to explore the shortest distance: Return Without Repetition, Midpoint Heuristics, and Traversal Without Skip. The results has shown that Midpoint strategy is better than Return Without Repetition and Traversal Without Skip.

Keyword: Travel distance, Order Picking Low-Level Picker-To-Part, Uniform Distribution

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan berlomba – lomba untuk menurunkan biaya yang dikeluarkan yang pada ujungnya adalah meningkatkan keuntungan perusahaan dan lebih kompetitif dalam menjaring pelanggan. Biaya logistik di negeri bagian barat memegang porsi hampir 10% dari penjualan dan aspek pergudangan (*warehousing*) merupakan salah satu pemicu total biaya logistik, 21% di Amerika Serikat dan 37% di Eropa (Dukic & Opetuk, 2008).

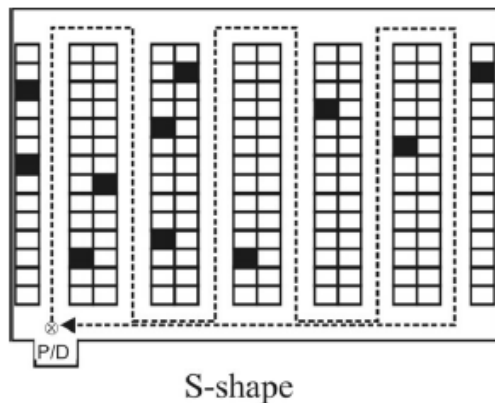
Dalam pergudangan terdapat proses penerimaan (*receiving*), *put away*, simpan (*storage*), *order picking*, dan pengiriman (*shipping*) (Bartholdi & Hackman, 2008). Proses *order picking* merupakan proses yang paling besar biayanya dan paling banyak menggunakan tenaga kerja, proses ini mencapai 55% dari total biaya operasional pergudangan (Tompkins et al, 2003).

Dengan melihat besarnya biaya operasional ini maka sangatlah penting untuk mengurangi biaya yang terjadi di pergudangan terutama pada proses *order picking*. Waktu tempuh merupakan *waste*, karena menimbulkan biaya jam kerja buruh tetapi tidak memberikan nilai tambah, oleh karena itu waktu tempuh merupakan kandidat untuk perbaikan di gudang (Bartholdi & Hackman, 2008).

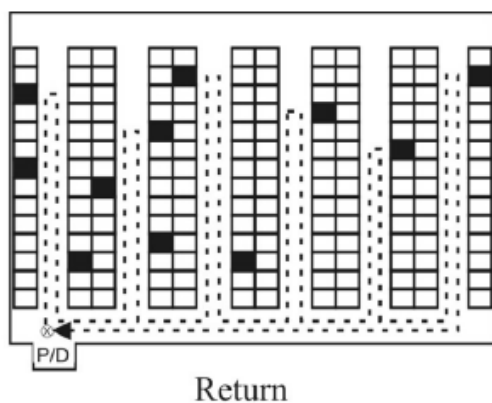
Waktu tempuh berkaitan erat dengan jarak tempuh karena dengan mengurangi jarak tempuh maka akan mengurangi waktu tempuh dan dengan berkurangnya waktu tempuh maka berarti pulan bisa meningkat produktivitas kerja (Sadowsky & Ten Hompel, 2011).

Untuk sistem manual *order picking*, waktu tempuh akan meningkat seiring dengan meningkatnya jarak, ada 2 tipe jarak tempuh yang banyak digunakan dalam literatur *order picking* (de Koster, Le-Duc, Roodbergen, 2007) yaitu jarak tempuh *picking tour / average tour length* dan total jarak tempuh. Dalam sistem *manual order picking low-level picker-to part*, petugas (*picker*) secara fisik berjalan ke lokasi SKU untuk mengambil barang / item yang terdapat dalam *orderline*. Proses *order picking low-level picker-to part* dapat diklasifikasikan dalam 2 strategi *routing* utama yakni: *Return* dan *Traversal*. Strategi *Return*, *picker* masuk pada *aisle* pertama dari sisi depan, kemudian melakukan proses *picking* untuk item yang dibutuhkan, lalu keluar melalui sisi depan yang sama, sedangkan strategi *traversal*, *picker* masuk pada *aisle* yang pertama kemudian melakukan proses *picking* untuk item yang dibutuhkan lalu keluar dari sisi belakang pada *aisle* yang sama (Sadowsky & Ten Hompel, 2011).

Untuk strategi *traversal* / *S-Shape* dan *Return* diilustrasikan seperti pada gambar berikut:

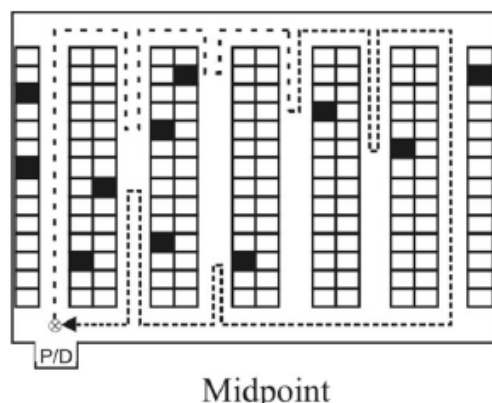


Gambar 1. Strategi Traversal / S-Shape
(Sumber : Dukic, Cesnik, Opetuk, 2010)



Gambar 2. Strategi Return
(Sumber: Dukic, Cesnik, Opetuk, 2010)

Sedangkan metode *Midpoint* serupa dengan *Return* dan diilustrasikan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3. Strategi Midpoint
(Sumber : Dukic, Cesnik, Opetuk, 2010)

Sistem *order picking low level picker to part* ini masih menggunakan tenaga manusia dan dalam satu *route* terdapat beberapa aktivitas *picking*, dan sistem ini merupakan mayoritas sistem *picking* di

pergudangan seluruh dunia dimana sistem ini dianut oleh lebih dari 80% di Eropa Barat (de Koster, Le-Duc, Roodbergen, 2007).

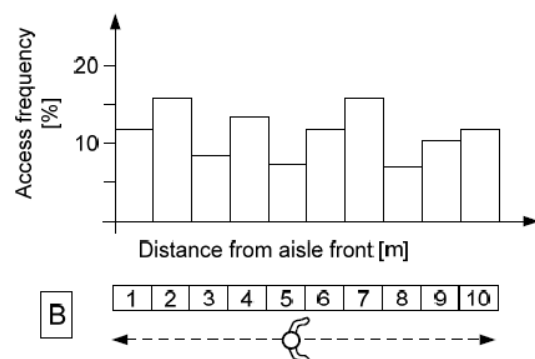
Di PT. GMS masih menganut sistem *low level picker to part* seperti layaknya mayoritas gudang di Eropa Barat, dan saat ini penyimpanan barang masih dilakukan dengan cara *random storage* dimana setiap lokasi di gudang dipilih secara *random* dari semua lokasi yang kosong dengan probabilitas yang sama besar (de Koster, Le-Duc, Roodbergen, 2007). Sistem ini dianut karena kapasitas simpan gudang yang kian bertambah item barangnya.

Dengan dasar inilah penulis ingin melakukan penelitian jarak tempuh dengan metode analitis (*non simulative estimation method*). Dengan metode ini, maka pendekatan yang digunakan adalah pendekatan distribusi seragam (*uniform distribution*). Pada penelitian ini juga bertujuan mendapatkan jarak tempuh yang tidak terbatas pada satu order saja tapi juga mencakup jarak tempuh terhadap berbagai kondisi order item di PT.GMS agar bisa terlihat karakteristik tiap metodenya.

2. METODE PENELITIAN

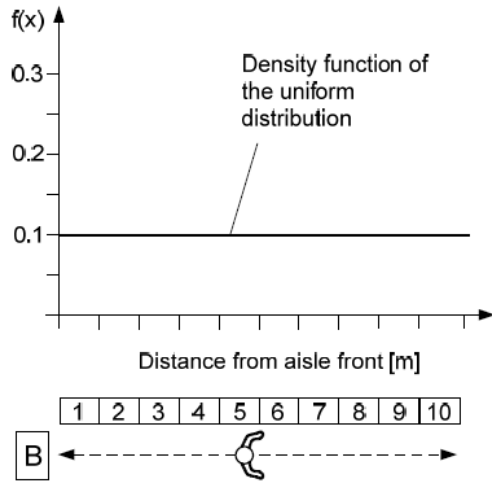
2.1. Distribusi Seragam (*Uniform Distribution*)

Di PT. GMS masih menggunakan metode penyimpanan barang secara *random*, sehingga pendekatan yang digunakan untuk menghitung jarak tempuh adalah distribusi seragam seperti yang diilustrasikan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Distribusi empiris akses frekuensi dengan jarak: *random storage*

(Sumber: Sadowsky & Ten Hompe, 2011)



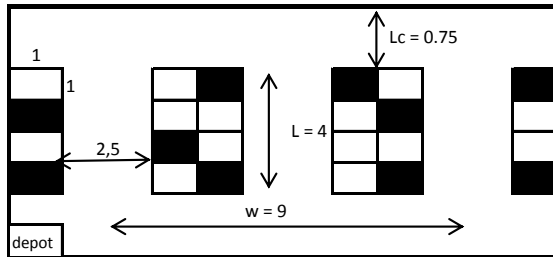
Gambar 5. Distribusi seragam akses frekuensi dengan jarak: *random storage*

(diambil dari Sadowsky & Ten Hompel, 2011)

Di PT. GMS, semua item SKU digunakan setiap hari, sehingga frekuensi akses (*average number of times a picker has to travel to an individual bin location over a certain period of time*) memiliki peluang yang sama.

2.2. Kalkulasi Jarak Tempuh

Gudang yang diteliti hanya memiliki 1 blok saja seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:



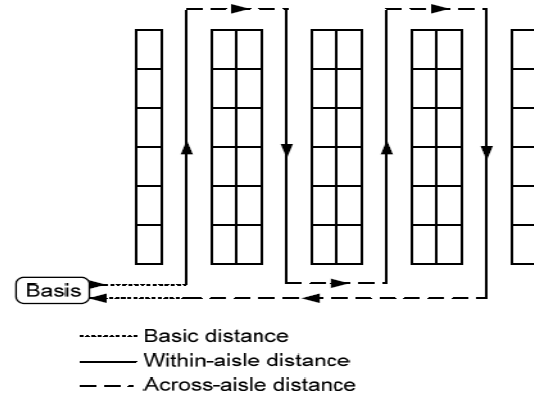
Gambar 6. Denah gudang PT. GMS

Untuk menggunakan solusi analitis dengan kalkulasi probabilitas dan kombinasi, maka asumsi yang digunakan adalah (Sadowsky & Ten Hompel, 2011):

1. *The picking warehouse* merupakan suatu sistem *low-level storage system* dengan satu atau lebih rak yang sama panjang
2. Semua lokasi mempunyai ukuran yang sama
3. Semua lokasi berisi item satu SKU
4. Frekuensi akses untuk semua *aisle* adalah sama
5. Fungsi distribusi frekuensi akses adalah sama untuk semua *aisle*

6. Fungsi distribusi frekuensi akses terhadap jarak diketahui

Cara menghitung jarak tempuh diilustrasikan sebagai berikut (Sadowsky & Ten Hompel, 2011):

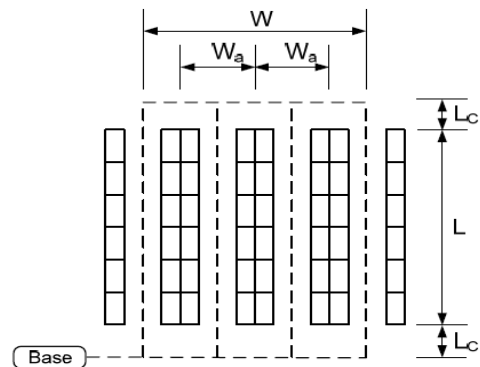


Gambar 7. Komponen Jarak Tempuh

(Sadowsky & Ten Hompel, 2011)

Formulanya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S_B &= \text{Basic distance} \\
 S_W &= \text{Within Aisle distance} \\
 S_A &= \text{Across Aisle distance} \\
 S_n &= \text{Total distance} \\
 S_n &= S_B + S_W + S_A
 \end{aligned} \tag{1}$$



Gambar 8. Parameter dalam satu blok

(Sadowsky & Ten Hompel, 2011)

Dimana;

- W = jarak *aisle* yang pertama dengan terakhir
- W_A = lebar sebuah *aisle*
- W_C = lebar sebuah lokasi bin (*storage compartment*)
- L_C = panjang konstan di depan *aisle*
- L = panjang sebuah *aisle*

Untuk S_w setiap strategi memiliki formula yang berbeda, seperti yang terdapat dibawah ini:

- a. S_w pada strategi *Return Without Repetition* – *Uniform Distribution*:

$$S_w = 2.N_A \sum_{r=1}^n \left[\frac{\binom{M_A}{r} \binom{M-M_A}{n-r}}{\binom{M}{n}} \left(L_C + L \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] \quad (2)$$

S_w pada metode ini merupakan S_w tiap aisle

- b. S_w pada strategi *Midpoint – single block – uniform distribution*

$$S_w = 2.(2.L_C + L) + 4(N_A - 2).$$

$$\sum_{r=1}^n \left[\frac{\binom{\frac{M_A}{2}}{r} \binom{M - \frac{M_A}{2}}{n-r}}{\binom{M}{n}} \left(L_C + \frac{L}{2} \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] \quad (3)$$

S_w pada metode ini merupakan S_w yang sudah mencakup seluruh aisle

- c. S_w pada *Traversal Strategy Without Skip*

$$S_w = N_A (2.L_C + L) \rightarrow \text{untuk } N_A \text{ genap} \quad (4)$$

$$S_w = (N_A + 1). (2.L_C + L) \rightarrow \text{untuk } N_A \text{ ganjil} \quad (5)$$

Untuk menghitung estimasi jarak *across aisle*:

- a. *Traversal Without Skip*:

$$S_A = 2.W \quad (6)$$

- b. *Traversal With Skip*:

$$S_A = 2 \cdot \frac{n}{n+1} \cdot W \quad (7)$$

Keterangan notasi formula:

M = jumlah SKU

$M_A = 1, 2, 3, \dots, M$ = jumlah SKU tiap aisle

$N_A = 1, 2, 3, \dots$ = jumlah aisle di gudang

$n = 1, 2, 3, \dots$ = rata-rata jumlah lini order per order

$r = 1, 2, 3, \dots, n$ = jumlah SKU yang harus diambil di satu *specific aisle*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk penelitian ini diketahui bahwa

$M = 24$ item; $M_A = 8$ item; $N_A = 3$; $L_C = 0,75$; $L = 4$; n dihitung sesuai kondisi tiap aisle.

Metode perhitungan menggunakan microsoft Excel untuk menghitung jarak tempuh, begitu juga dengan rumus kombinasi yang menggunakan 'combin (a,b).

- Metode Return Without Repetition – Uniform Distribution

Aisle ke-1, dengan $n = 3$:

$$S_w = 2x3 \sum_{r=1}^3 \left[\frac{\binom{8}{r} \binom{24-8}{3-r}}{\binom{24}{3}} \left(0,75 + 4 \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] =$$

5,0795 meter.

Aisle ke-2, dengan $n = 3$, tentunya akan menghasilkan $S_w = 5,0795$ meter

Aisle ke-3, dengan $n = 4$:

$$S_w = 2x3 \sum_{r=1}^4 \left[\frac{\binom{8}{r} \binom{24-8}{4-r}}{\binom{24}{4}} \left(0,75 + 4 \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] =$$

5,8814 meter

$S_B = 2,5$ meter

$S_A = 18$ meter

$S_n = S_B + S_A + S_w = 2,5 + 18 + 5,0795 + 5,0795 + 5,8814 = 36,5405$ meter

- Metode Midpoint – Uniform Distribution

Untuk $n = 3$:

$$S_w = 2x(2x0,75 + 4) + 4(3 - 2).$$

$$\sum_{r=1}^3 \left[\frac{\binom{\frac{8}{2}}{r} \binom{24 - \frac{8}{2}}{3-r}}{\binom{24}{3}} \left(0,75 + \frac{4}{2} \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] = 14,1403$$

Untuk $n = 4$:

$$S_w = 2x(2x0,75 + 4) + 4(3 - 2).$$

$$\sum_{r=1}^4 \left[\frac{\binom{\frac{8}{2}}{r} \binom{24 - \frac{8}{2}}{4-r}}{\binom{24}{4}} \left(0,75 + \frac{4}{2} \cdot \frac{r}{r+1} \right) \right] = 17,3452$$

Karena S_w untuk metode Midpoint merupakan untuk aisle keseluruhan, maka diambil average S_w , sehingga $S_w = 15,7428$ meter

$S_B = 2,5$ meter

$S_A = 18$ meter

$S_n = S_B + S_A + S_w = 2,5 + 18 + 15,7428 = 36,2428$ meter

- **Metode Traversal / S-Shape:**

Karena gudang PT.GMS memiliki $N_A = 3$, maka

$$S_W = (N_A + 1) \cdot (2 L_C + L) = (3 + 1) \times (2 \cdot 0,75 + 4) = 22 \text{ meter}$$

$$S_B = 2,5 \text{ meter}$$

$$S_A = 18 \text{ meter}$$

$$S_n = S_B + S_A + S_W = 2,5 + 18 + 22 = 42,5 \text{ meter}$$

Berikut hasil kalkulasi untuk ketiga metode yang diringkaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Estimasi Jarak Tempuh

Strategi	S_W (m)	S_A (m)	S_B (m)	S_n (m)
Return without Repetition	16,0405	18	2,5	36,5405
Midpoint Heuristics	15,7428	18	2,5	36,2428
Traversal / S Shape	22	18	2,5	42,5

Pada tabel 1 diatas terlihat bahwa estimasi jarak tempuh yang paling pendek adalah dengan menggunakan metode Midpoint Heuristics dengan jarak tempuh 36,2428 meter, lebih pendek sekitar 19% dibandingkan dengan metode Traversal / S Shape.

Pada ketiga metode tersebut (*Return without repetition*, *Midpoint*, dan *Traversal without skip*) untuk S_B (*basic distance*) dan S_A (*across aisle distance*) memiliki jarak yang sama, dan yang

berbeda hanyalah S_W (*within aisle distance*). Oleh karena itu analisis untuk S_W dilakukan untuk ketiga metode tersebut pada kondisi $n = 4$ dalam kasus ini. Pada kondisi tersebut didapatkan jarak tempuh yang terdekat adalah metode Midpoint pada kondisi n dari 1 sampai $n = 4$. Traversal tetap menghasilkan jarak tempuh yang terjauh hal ini dikarenakan kalkulasi melibatkan seluruh lokasi harus dilalui. Sedangkan metode Return memperlihatkan jarak tempuh berbanding lurus dengan n , dengan kata lain semakin besar nilai n maka jarak tempuhnya akan semakin jauh. Untuk hasil kalkulasinya diringkaskan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan nilai S_W (meter)

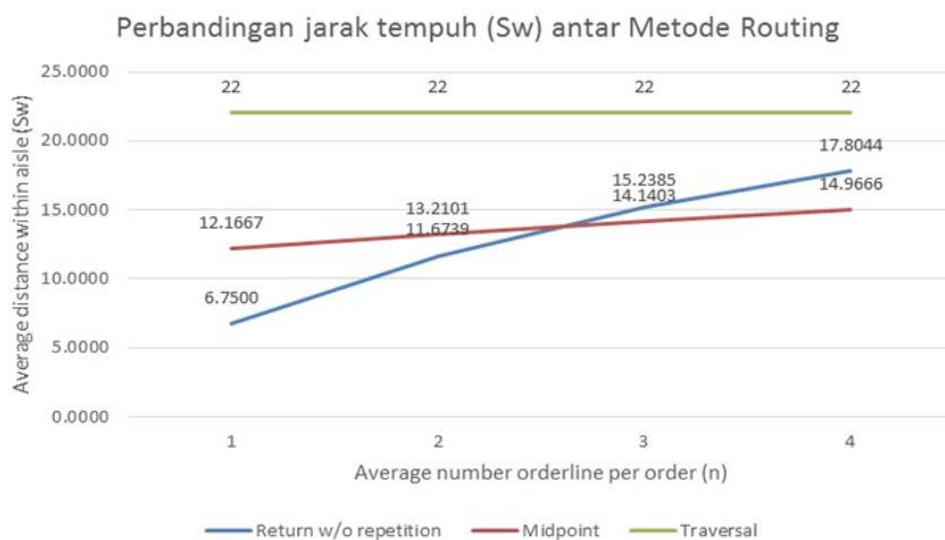
n	Return	Mid point	Traversal
1	6,7500	12,1667	22
2	11,6739	13,2101	22
3	15,2385	14,1403	22
4	17,8044	14,9666	22

Pada kondisi $n = 4$, total jarak tempuh untuk masing – masing metode didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan nilai S_n

	Return	Mid point	Traversal
S_n (meter)	43,1204	36,6559	42,500

Hasil untuk berbagai nilai n dengan S_W diplot pada grafik dibawah ini:



Gambar 1. Perbandingan Jarak Tempuh pada $n = 4$

Untuk meningkatkan produktivitas gudang, sebenarnya masih ada faktor lain yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi mengenai *batching* prosedur yang merupakan teknik *picking*

yang bisa dilakukan dengan menggabungkan beberapa order yang ada. Hal ini masih mungkin dilakukan di PT. GMS mengingat pada kondisi saat ini masih dilakukan dengan cara per order untuk

per setiap orang. *Batching* ini masih memungkinkan adanya *congestion* antar *picker* sehingga bisa memperlambat waktu tempuh, dan juga masih ada proses *sorting* untuk produk yang telah diambil dari lokasi. Selain itu penelitian lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan analisis *zoning*, dimana setiap *picker* untuk melakukan *picking* sudah ditentukan area *picking*nya dengan tujuan tidak terdapat *congestion* pada saat melakukan *picking*. Oleh karena itu analisis lanjutan dapat dilakukan dengan membandingkan metode *batching* dengan *zoning*.

4. KESIMPULAN

Dari penerapan metode analitis (*non simulative estimation method*) untuk mengestimasi jarak tempuh dengan kalkulasi probabilitas dan kombinasi pada PT.GMS yang menganut sistem order *picking low-level part to-picker* dan tempat penyimpanan secara *random storage* maka didapatkan bahwa metode Midpoint Heuristics menghasilkan estimasi jarak tempuh yang paling pendek dengan hasil 36.2428 meter.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Bartholdi, III, John and Hackman, Steven T. (2008). *Warehouse and Distribution Science*. The Supply Chain and Logistics Institute, School of Industrial and System Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA. Also available on line: www.warehouse-science.com
2. De Koster, R., T. Le-Duc, K.J. Roodbergen. (2007). *Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review*. European Journal of Operational Research 182, p.481-501
3. Dukic, G., T. Opetuk. (2008). *Analysis of Order Picking in Warehouse with Fishbone Layout*. Proceedings of ICIL, Tel Aviv, Israel.
4. Dukic, G., V. Cesnik, T. Opetuk. (2010). *Order Picking Methods and Technologies for Greener Warehousing*. *Strojarsvo* 52(1), p.23-31.
5. Hines, W., D.C. Montgomery. (1980). *Probability and Statistics in Engineering and Management Science*. John Wiley and Sons, New Jersey.
6. Khalil, M. (November, 2013). *Master Thesis: Improving Efficiency of Order Picking in Picker-to-Part Warehouse*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
7. Sadowsky, V., M.Ten Hompel. (2011). *Calculation of the Average Travel Distance in a Low-level Picker-to-Part System considering any Distribution Function within the Aisles*. *Logistics Journal Reviewed* – ISSN 1860-7977.
8. Tompkins, J.A., J.A. White, Y.A. Bozer, E.H. Frazelle, J.M.A. Tanchoco. (2003). *Facilities Planning*. 3rd edition. John Wiley and Sons, New Jersey.
9. Van den Berg, J.P. (1999). *A Literature Survey on Planning and Control of Warehouse System*. *IIE Transactions* 31, p.751-762.